

Урок 11

Тема: Вільне падіння

АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

Що буде з кулькою, якщо нитку, на якій її підвішено до штатива, перерізати?
Яким є характер руху тіла під час його падіння?

ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

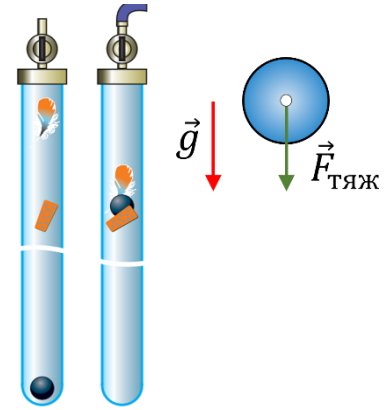
1. Вільне падіння

Вільне падіння – це падіння тіл у безповітряному просторі, тобто падіння лише під дією сили тяжіння.

Вектор прискорення вільного падіння завжди напрямлений вертикально вниз.

Прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі:

$$g \approx 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



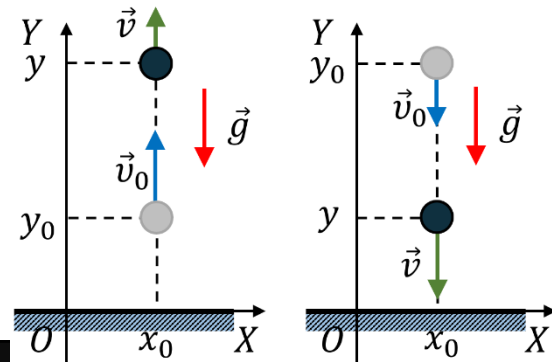
2. Спрощення при розв'язанні задач

- Систему відліку, пов'язану з точкою на поверхні Землі, вважатимемо інерціальною.
- Розглядатимемо рух тіл, розташованих поблизу поверхні Землі.
- Розв'язуючи задачі, вважатимемо, що $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, якщо не зазначено інше.
- Опором повітря будемо нехтувати.

3. Рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз

Рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз, – це рівноприскорений прямолінійний рух із прискоренням, що дорівнює прискоренню вільного падіння: $\vec{a} = \vec{g}$

Щоб математично описати рух тіла, кинутого вертикально вгору або вниз (вільне падіння тіла), скористаємося формулами залежності швидкості, переміщення та координати від часу для рівноприскореного прямолінійного руху.



Формули для розрахунку кінематичних характеристик вільного падіння

Рівноприскорений рух уздовж осі OX	Вільне падіння уздовж осі OY
Проекція швидкості руху	
$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Проекція переміщення	
$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x}{2} t^2$ $s_x = \frac{v_{0x} + v_x}{2} \cdot t$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$	$s_y = h_y = v_{0y} t + \frac{g_y}{2} t^2$ $s_y = h_y = \frac{v_{0y} + v_y}{2} \cdot t$ $s_y = h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}$
Рівняння координати	

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$$

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$$

IV. ЗАКРІПЛЕННЯ НОВИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

Опором повітря нехтувати.

1. Куля вільно падає на поверхню Землі з висоти 245 м. Знайдіть час падіння та швидкість кулі в момент удару.

Дано:

$$h = 245 \text{ м}$$

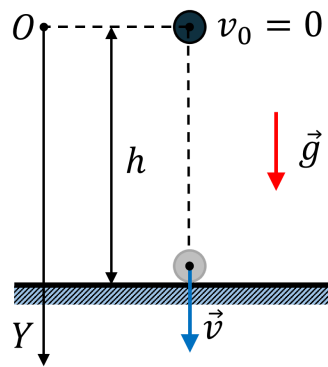
$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t - ?$$

$$v - ?$$

Розв'язання



$$h_y = v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$$

$$h_y = h; \quad v_{0y} = 0; \quad g_y = g$$

$$h = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$[t] = \sqrt{\frac{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = \sqrt{\text{с}^2} = \text{с}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 245}{10}} = \sqrt{49} = 7 \text{ (с)}$$

$$v_y = v_{0y} + g_y t \quad v = gt$$

$$v = 10 \cdot 7 = 70 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$[v] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Відповідь: $t = 7 \text{ с}; v = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

2. Тіло вільно падає з висоти 80 м. Який шлях пройде тіло за останню секунду падіння?

Дано:

$$h = 80 \text{ м}$$

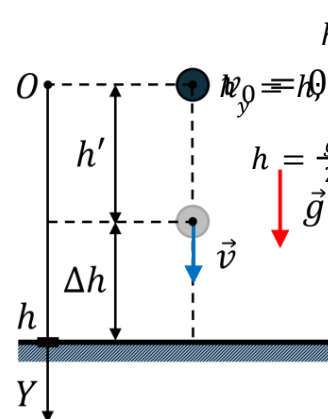
$$\Delta t = 1 \text{ с}$$

$$v_0 = 0$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta h - ?$$

Розв'язання



$$h_y = v_{0y}t + \frac{g_y}{2}t^2$$

$$h_y = h; \quad v_{0y} = 0; \quad g_y = g$$

$$h = \frac{g}{2}t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$h' = \frac{g}{2}(t - \Delta t)^2$$

$$\Delta h = h - h'$$

$$\Delta h = h - \frac{g}{2} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} - \Delta t \right)^2$$

$$[\Delta h] = \text{м} - \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \left(\sqrt{\frac{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} - \text{с} \right)^2 = \text{м} - \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м}$$

$$\Delta h = 80 - \frac{10}{2} \cdot \left(\sqrt{\frac{2 \cdot 80}{10}} - 1 \right)^2 = 80 - 5 \cdot (3)^2 = 35 \text{ (м)}$$

Відповідь: $\Delta h = 35 \text{ м}$.

3. М'яч, який кинули з поверхні землі вертикально вгору, впав через 3 с. З якою швидкістю кинули м'яч і на яку висоту він піднявся?

Дано:

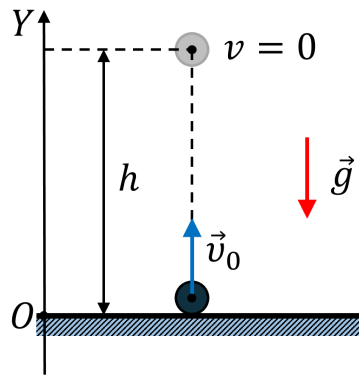
$$t = 3 \text{ с}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = ?$$

$$h = ?$$

Розв'язання



$$t' = \frac{t}{2}$$

$$v_y = v_{0y} + g_y t'$$

$$v_{0y} = v_0; \quad v_y = 0; \quad g_y = -g$$

$$0 = v_0 - g t'; \quad v_0 = g \frac{t}{2}$$

$$[v_0] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 = 10 \cdot \frac{3}{2} = 15 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$h_y = v_{0y} t' + \frac{g_y}{2} t'^2 \quad h = v_0 t' - \frac{g}{2} t'^2$$

$$h = v_0 \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8} \quad [h] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} - \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с}^2 = \text{м} - \text{м} = \text{м}$$

$$h = 15 \cdot \frac{3}{2} - \frac{10 \cdot 9}{8} = 22,5 - 11,25 = 11,25 \text{ (м)}$$

Відповідь: $v_0 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $h = 11,25 \text{ м}$.

4. З якою початковою швидкістю слід кинути м'яч вертикально вгору, щоб через 8 с він падав вниз із швидкістю 20 м/с?

Дано:

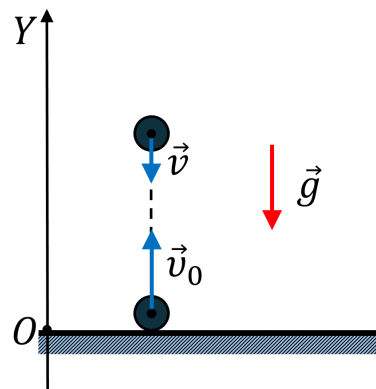
$$t = 8 \text{ с}$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_0 = ?$$

Розв'язання



$$v_y = v_{0y} + g_y t$$

$$-v = v_0 - g t$$

$$v_0 = g t - v$$

$$[v_0] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} - \frac{\text{м}}{\text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 = 10 \cdot 8 - 20 = 60 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Відповідь: $v_0 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

5. Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 25 м/с. Через скільки секунд тіло буде на висоті 20 м? Відповідь поясніть.

Дано:

$$v_0 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

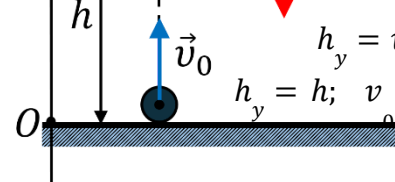
$$h = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$t_1 = ?$$

$$t_2 = ?$$

Розв'язання



$$h_y = v_{0y} t + \frac{g_y}{2} t^2$$

$$h_y = h; \quad v_y = v_0; \quad g_y = -g$$

$$h = v_0 t - \frac{g}{2} t^2$$

$$20 = 25t - 5t^2 \quad | :5$$

$$t^2 - 5t + 4 = 0$$
$$D = 25 - 16 = 3^2$$
$$t_1 = \frac{5-3}{2} = 1 \text{ (с)}$$
$$t_2 = \frac{5+3}{2} = 4 \text{ (с)}$$

Відповідь: $t_1 = 1 \text{ с}; t_2 = 4 \text{ с}$.

ПІДБИТТЯ ПІДСУМКІВ УРОКУ

1. Який рух називають вільним падінням тіл? Яким є характер цього руху?
2. Як напрямлено прискорення вільного падіння та чому воно дорівнює?
3. Який вигляд матимуть рівняння руху, якщо тіло кинуте вертикально?

ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 7 пункт 1-3, Вправа № 7 (1-2)

Використані джерела:

<https://www.fizikanova.com.ua/home>

Підручник: <https://shkola.in.ua/1719-fizyka-10-klas-bar-iahtar-2018.html>